

ANALISA DAMPAK LALU LINTAS
(Studi kasus: Studi Kemacetan di Jalan Ngagel Madya Surabaya)

*Rahmatang Rahman**

Abstract

Impact Analysis Study on Road Traffic Ngagel Associate undertaken with the aim to find out how much performance / level of service from the segment and the intersection of Jalan Surabaya Ngegel Madya. This study also analyzes the queue of vehicles that occurred during school hours before entry. Traffic analysis done on the traffic impact study is referring to the Indonesia Road Capacity Manual 1997 (MKJI 1997). Traffic analysis of the results obtained service level street: for toll roads (traffic conditions 06.00 - 07.00 WIB obtained DS = 0.320, traffic conditions at 13.00 - 14.00 WIB obtained DS = 0.355), while for the intersection level of service (traffic conditions 06.00 - 07.00 WIB obtained DS = 0.413, traffic conditions at 13.00 - 14.00 WIB obtained DS = 0.471). With the conditions of service level (DS) segment and the intersection is less than 0.85, it was concluded Ngagel road congestion is not Madya. In) is less than λ the analysis of the results obtained queue arrival rate values (), this condition describes the condition of the queue μ the level of service (Jl Madya Ngagel still good or not happening queue means. To improve traffic conditions in the future to the proposed Santa Clara to provide and manage facilities shuttle between students, thus closing the road from the direction of Associate Ngagel south to north at 06.00 - 07.30 is not necessary anymore.

Key words : *traffic impacts, road service levels, Queue , MKJI*

Abstrak

Studi Analisa Dampak Lalu Lintas di Jalan Ngagel Madya dilakukan dengan tujuan ingin mengetahui berapa besar kinerja/tingkat pelayanan dari ruas dan simpang pada Jalan Ngegel Madya Surabaya. Studi ini juga menganalisa antrian kendaraan yang terjadi pada saat jam menjelang masuk sekolah. Analisa lalu lintas yang dilakukan pada studi dampak lalu lintas ini mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Dari analisa lalu lintas didapatkan hasil tingkat pelayanan jalan : untuk ruas jalan (kondisi lalu lintas pukul 06.00 – 07.00 WIB didapat DS = 0.320, kondisi lalu lintas pukul 13.00 – 14.00 WIB didapat DS = 0.355), sedangkan untuk tingkat pelayanan simpang (kondisi lalu lintas pukul 06.00 – 07.00 WIB didapat DS = 0.413, kondisi lalu lintas pukul 13.00 – 14.00 WIB didapat DS = 0.471). Dengan kondisi tingkat pelayanan (DS) ruas dan simpang kurang dari 0.85, disimpulkan jalan Ngagel Madya tidak terjadi kemacetan. Pada analisa antrian didapatkan hasil nilai tingkat kedatangan (λ) kurang dari tingkat pelayanan (μ), kondisi ini menjelaskan kondisi antrian Jl Ngagel Madya masih baik atau tidak terjadi antrian yang berarti. Untuk memperbaiki kondisi lalu lintas di masa mendatang disarankan kepada pihak Santa Clara untuk menyediakan dan mengelola sarana antarjemput siswa, sehingga penutupan jalan Ngagel Madya dari arah Selatan ke Utara pada pukul 06.00 – 07.30 tidak perlu dilakukan lagi.

Kata Kunci : Dampak lalu lintas, Tingkat pelayanan jalan, Antrian, MKJI

1. Pendahuluan

Kemajuan dan keberhasilan dari suatu bangsa ditentukan oleh masyarakat dan sumber daya manusia

yang berkualitas. Untuk mencetak sumber daya yang berkualitas tersebut, maka dunia pendidikan yang akan berperan secara aktif. Keberadaan

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

sekolah merupakan salah wadah pendidikan formal untuk melahirkan generasi penerus bangsa yang berkualitas.

Pembangunan sekolah di Indonesia dilaksanakan oleh pemerintah maupun swasta. Kesadaran masyarakat untuk mendapatkan pendidikan yang lebih baik terutama di daerah perkotaan mendorong masyarakat untuk memilih sekolah-sekolah dengan kualitas yang baik bagi putra dan putrinya.

Yayasan Santa Clara merupakan yayasan yang menyediakan sarana sekolah mulai dari TK (Taman Kanak-kanak), SD (Sekolah Dasar), hingga jenjang SMP (Sekolah Menengah Pertama). Keberhasilan sekolah ini dalam meningkatkan kualitas dan mutu pendidikan, sehingga mendorong masyarakat terutama yang memiliki tingkat perekonomian tinggi berusaha untuk dapat menyekolahkan putra dan putrinya disekolah tersebut. Sebagian besar murid di yayasan ini menggunakan sarana mobil untuk antar jemput, baik itu sarana yang dikelola pihak sekolah maupun kendaraan pribadi orang tua murid. Adanya simpang dan lebar jalan yang kurang memadai, maka pada pagi hari saat murid akan masuk sekolah, dan pada siang saat murid pulang sekolah kemacetan tak dapat dihindari lagi. Jumlah antrian yang cukup panjang di depan sekolah ini terjadi pada pagi antara pukul 06.15 hingga pukul 06.30 dan untuk siang hari terjadi pada pukul 13.00 hingga pukul 13.30. Walaupun secara sekelas hal ini tidak menimbulkan permasalahan yang signifikan, tetapi perlu adanya analisa lalu lintas melalui perhitungan-perhitungan teknis, sehingga dapat diketahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan oleh kemacetan lalu lintas tersebut serta solusi apa yang akan direkomendasikan.

Karena itu penelitian ini penting untuk dilakukan.

Permasalahan penelitian meliputi:

- Untuk mengetahui tingkat pelayanan Ruas Jalan Ngagel Madya saat ini?
- Untuk mengetahui tingkat pelayanan Simpang Jalan Ngagel Madya saat ini?
- Seberapa besar panjang antrian kendaraan di ruas jalan di depan Sekolah Santa Clara?
- Menemukan alternatif solusi/ usulan perbaikan tingkat kinerja/ pelayanan Jalan di depan Sekolah Ngagel Madya?

Tujuan penelitian ini adalah:

- Mengidentifikasi penyebab kemacetan Jalan Ngagel Madya;
- Menganalisa kinerja/ tingkat pelayanan ruas dan simpang Jalan Ngagel Madya;
- Menganalisa panjang antrian yang terjadi pada pagi hari di depan Sekolah Santa Clara;
- Memberikan alternatif penyelesaian permasalahan yang ada;

2. Dasar Teori

2.1 Umum

Bagian berisi tentang dasar teori untuk perhitungan mengenai analisa manajemen lalu lintas dan analisa antrian serta urutan atau metodologi pelaksanaan pekerjaan analisa lalu lintas. Analisa tersebut mengacu pada : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), EK Morlock, "Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi" dan petunjuk untuk analisa parkir yang dikeluarkan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Tahun 1996. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), ruas jalan dibagi menjadi 3 (tiga) jenis, yang meliputi : Jalan Antar Kota (*Interurban Road*), Jalan Perkotaan (*Urban road*) dan Jalan Tol (*Motorways*). Disamping kinerja ruas jalan dan

persimpangan tak bersinyal, juga akan dianalisa panjang antrian yang terjadi di Santa Clara.

2.2 Pengelompokan jalan menurut peran

Pengelompokan jalan menurut perannya adalah sebagai berikut:

- Jalan Arteri
- Jalan Kolektor
- Jalan Lokal

2.3 Jalan perkotaan (*urban road*)

Variabel-variabel yang akan dicari dalam menentukan kinerja Jalan Perkotaan antara lain:

- Kecepatan Arus Bebas, FV
- Kapasitas, C
- Derajat Kejenuhan, DS dan
- Kecepatan, V

a. Kecepatan Arus bebas (FV)

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tidak ada arus ($Q=0$). Kecepatan arus bebas ini didapat dengan

menggunakan formula sebagai berikut :

$$FV=(FV_0+FV_w)+FFV_{SF}+FFV_{cs} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk kondisi sesungguhnya (km/jam)

FV_0 : Kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan pada jalan yang diamati untuk kondisi ideal

FV_w : Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)

FFV_{SF} : Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu

FFV_{cs} : Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

Untuk menentukan kriteria kelas hambatan samping (*Side Friction Class, SFC*) berdasarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas Hambatan Samping (SFC), Jalan Perkotaan

SFC	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (2 sisi)	Kondisi Khusus
Sangat rendah	VL	< 100	• Daerah pemukiman, jalan
Rendah	L	100 - 299	daerah samping
Sedang	M	300 – 499	• Daerah pemukiman,
Tinggi	H	500 – 899	beberapa kendaraan umum
Sangat Tinggi	VH	> 900	• Daerah industri, beberapa
			toko di sisi jalan
			• Daerah komersial dengan
			aktivitas pasar di samping
			jalan

Sumber: MKJI, 1997

b. Kapasitas (Capacity, C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam dalam kondisi tertentu. Kecepatan ini dianalisa dengan menggunakan formula:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots (2)$$

dimana:

C : Kapasitas sebenarnya (smp/jam)

C₀: Kapasitas Dasar untuk kondisi tertentu (ideal) (smp/jam)

FC_W: Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{SP}: Faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{SF}: Faktor penyesuaian hambatan samping

c. Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation, DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja ruas jalan. Nilai DS ini menunjukkan apakah ruas jalan tersebut mempunyai masalah dengan kapasitas atau tidak jika dihubungkan dengan volume lalu lintas yang lewat. Harga DS dapat dihitung dengan formula:

$$DS = Q / C \dots (3)$$

dimana:

DS : Derajat Kejenuhan

Q : Arus lalu lintas (SMP/jam)

C : Kapasitas (SMP/jam)

d. Kecepatan (Velocity, V)

Kecepatan didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan sepanjang segmen jalan, dihitung dengan menggunakan formula:

$$V = L / TT \dots (4)$$

dimana:

V : Kecepatan rata-rata (km/jam)

L : Panjang segmen (km)

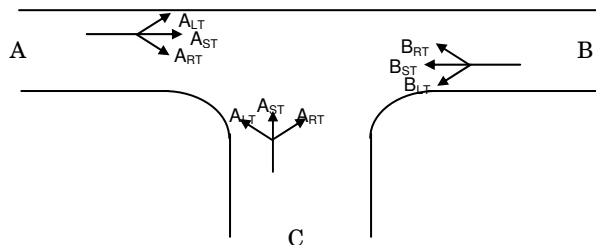
TT : Waktu tempuh rata-rata (jam)

e. Faktor Koreksi Akibat Rasio Jumlah Kendaraan Yang Belok Kiri (FLT)

Faktor koreksi akibat rasio jumlah kendaraan yang belok kiri ditentukan oleh jumlah kendaraan yang belok ke kiri (P_{LT}). Faktor koreksi akibat rasio jumlah kendaraan yang belok kiri dapat dilihat dicari dengan perumusan:

$$FLT = 0,84 + 1,61 * P_{LT} \dots (5)$$

$$P_{LT} = \frac{A_{LT} + B_{LT} + C_{LT}}{A + B + C} \dots (6)$$



Gambar 1. Arus Lalu lintas pada persimpangan tiga lengan

f. Faktor Koreksi Akibat Rasio Jumlah Kendaraan Yang Belok Kanan (FRT)

Faktor koreksi akibat rasio jumlah kendaraan yang belok kanan ditentukan oleh jumlah kendaraan yang belok ke kanan (P_{RT}). Faktor koreksi akibat rasio jumlah kendaraan yang belok kiri dapat dilihat dicari dengan perumusan:

$$\begin{aligned} F_{RT} &= 1,00 \text{ (simpang empat)} \\ F_{RT} &= 1,09 - 0,922 P_{RT} \text{ (simpang tiga)} \\ P_{RT} &= \frac{C}{A+B+C} \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

g. Faktor Koreksi Akibat Rasio Jumlah Kendaraan dari Jalan Minor (FMI)

Faktor koreksi akibat rasio jumlah kendaraan dari jalan minor ditentukan oleh rasio jumlah kendaraan yang berasal dari jalan minor dan total jumlah kendaraan pada persimpangan tak bersinyal (P_{MI}). Rasio jumlah kendaraan yang berasal dari jalan minor dan total jumlah kendaraan pada

persimpangan tak bersinyal (P_{MI}) dicari dengan perumusan:

$$P_{LT} = \frac{A_{LT} + B_{LT} + C_{LT}}{A+B+C} \dots\dots\dots(8)$$

Faktor koreksi akibat rasio jumlah kendaraan yang berasal dari jalan minor dapat dilihat pada Tabel 2.

3. Metode Penelitian

Secara umum metodologi untuk menyelesaikan studi ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu survai pendahuluan, identifikasi permasalahan, pengumpulan data, analisa data, dan alternatif perbaikan. Bagan alir metodologi studi dampak lalu lintas Santa Clara secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Survei Pendahuluan

Survei awal untuk mendapatkan gambaran secara umum kondisi lalu lintas dan sebagai dasar perencanaan survai data primer.

Tabel 2. Faktor Koreksi Akibat Rasio Jumlah Kendaraan Yang Berasal Dari Jalan Minor

Tipe Persimpangan Tak Bersinyal	Faktor Koreksi Akibat Rasio Jumlah Kendaraan Yang Berasal Dari Jalan Minor FMI	Rasio Jumlah Kendaraan Yang Berasal Dari Jalan Minor P _{MI}
422	$1,19 * P_{MI}^2 - 1,19 * P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,9
424	$16,6 * P_{MI}^4 - 33,3 * P_{MI}^3 + 25,3 * P_{MI}^2 - 8,6 * P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
444	$1,11 * P_{MI}^2 - 1,11 * P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 * P_{MI}^2 - 1,19 * P_{MI} + 1,19$ $-0,595 * P_{MI}^2 + 0,595 * P_{MI} + 0,74$	0,1 – 0,5 0,5 – 0,9
342	$1,19 * P_{MI}^2 - 1,19 * P_{MI} + 1,19$ $2,38 * P_{MI}^2 - 2,38 * P_{MI} + 1,49$	0,1 – 0,5 0,5 – 0,9
324	$16,6 * P_{MI}^4 - 33,3 * P_{MI}^3 + 25,3 * P_{MI}^2 - 8,6 * P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
344	$1,11 * P_{MI}^2 - 1,11 * P_{MI} + 1,11$ $-0,555 * P_{MI}^2 + 0,555 * P_{MI} + 0,69$	0,3 – 0,5 0,5 – 0,9

Sumber: MKJI 1997

b. Tahap studi literatur

Tahap ini mempelajari literatur yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah guna membuka wawasan dan memperdalam teori yang relevan.

c. Identifikasi masalah

Dilakukan setelah survei pendahuluan di lokasi studi dan tujuannya adalah menguraikan jenis permasalahan apa yang timbul di lokasi studi.

d. Pengumpulan data

Tujuannya adalah mendapatkan data yang selanjutnya menjadi dasar analisa kondisi saat ini dan analisa usulan perbaikan kondisi saat ini. Untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan, maka ada beberapa survei yang harus dilaksanakan, yakni:

- Survei Traffic Counting

Adalah survei pencacahan kendaraan yang lewat di sepanjang ruas Jalan Ngagel Madya. Tujuannya adalah untuk mengetahui volume kendaraan yang lewat pada ruas Jalan Ngagel Madya.. Interval waktu pencatatan adalah tiap lima belas menit. Dari hasil survei traffic counting, volume masing jenis kendaraan pada form survei traffic counting dikelompokkan menjadi tiga jenis yakni kendaraan ringan/penumpang (*Light Vehicle, LV*), kendaraan berat (*Heavy Vehicle, HV*), sepeda motor (*Motorcycle, MC*) dan kendaraan tak bermotor (*Unmotorised, UM*).

- Survei Hambatan Samping

Adalah survei pencacahan aktivitas-aktivitas penyebab hambatan samping. Tujuan dari survei ini adalah untuk mengetahui besarnya hambatan samping secara kualitatif. Jenis aktivitas yang menjadi hambatan samping adalah parkir kendaraan, pergerakan pejalan kaki (baik yang

menyeberang atau yang berjalan di pinggir jalan), kendaraan yang berjalan melambat dan kendaraan yang bergerak keluar masuk dari dan ke Jalan Ngagel Madya. Interval waktu pencatatan adalah tiap lima belas menit. Khusus untuk kendaraan parkir yang dicatat adalah nomor kendaraan dan jenis kendaraan yang parkir.

- Survei Geometrik

Adalah survei pengukuran panjang dan lebar penampang melintang ruas Jalan Ngagel Madya. Selain itu survei geometrik juga mengukur jumlah ruang parkir dan posisi parkir kendaraan saat ini di Jalan Ngagel Madya.

e. Analisa data

Dilakukan setelah data terkumpul. Tujuannya adalah untuk mendapatkan kinerja/tingkat pelayanan saat ini dan sebagai dasar usulan perbaikan terhadap kondisi saat ini. Ada dua jenis analisa yang akan dilakukan dalam studi ini, yakni analisa kinerja/tingkat pelayanan dan analisa antrian pada ruas Jalan Ngagel Madya.

f. Usulan perbaikan

Ada dua jenis alternatif usulan perbaikan, yakni yang pertama adalah berupa rekayasa/rancang bangun dan yang kedua adalah berupa manajemen. Kinerja/tingkat pelayanan usulan perbaikan harus lebih baik dari kondisi eksisting.

g. Kesimpulan

Ringkasan dari hasil studi dimana didalamnya memuat kondisi eksisting dan usulan-usulan.

4. Analisa Kondisi Eksisting

Pada bagian ini akan diuraikan kondisi lokasi studi meliputi letak administrasi, kondisi awal kinerja Jalan Ngagel Madya, persimpangan Jalan Ngagel Madya.

4.1 Kinerja kondisi *existing*

Volume lalu lintas di Jalan Ngagel Madya diperoleh dari hasil survai *traffic counting* di ruas Jalan Ngagel Madya. Kondisi geometrik Jalan Ngagel Madya adalah dua lajur, satu arah, tanpa median (2/1UD). Lebar Jalan Ngagel Madya adalah 11 meter. Untuk volume lalu lintas setiap jenis kendaraan pada Jalan Ngagel Madya saat jam masuk dan pulang sekolah serta nilai derajat jenuh dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari tabel 3 tersebut tampak bahwa kondisi lalu lintas di ruas tersebut masih cukup bagus karena nilai derajat

jenuhnya masih di bawah nilai kritis yakni 0,85.

4.2 Analisa kinerja Simpang Jalan Ngagel Madya

Volume lalu lintas di Persimpangan Jalan Ngagel Madya diperoleh dari hasil survai *traffic counting* di persimpangan Jalan Ngagel Madya. Untuk volume lalu lintas setiap jenis kendaraan pada persimpangan Jalan Ngagel Madya saat jam masuk (pukul 06.00 – 07.00) dan pulang Sekolah (pukul 13.00 – 14.00) serta nilai DS dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 3. Volume Lalu Lintas dan DS pada Jalan Ngagel Madya

Waktu	Arah ke	Volume (kendaraan/jam)				DS
		MC	LV	HV	UM	
06.00-07.00	Selatan	191	346	0	24	0.320
13.00-14.00	Selatan	272	441	0	13	0.355

Tabel 4. Volume Lalu Lintas Saat Jam Masuk Sekolah di Persimpangan Jalan Ngagel Madya 1

Arah	Arah Belok	Kendaraan/jam			
		MC	LV	HV	UM
Utara	LT	314	94	0	17
	RT	79	67	0	2
	ST	132	108	0	23
Selatan	LT	0	0	0	0
	RT	0	0	0	0
	ST	0	0	0	0
Barat	LT	0	0	0	0
	RT	0	0	0	0
	ST	0	0	0	0
Timur	LT	59	238	0	1
	RT	765	148	0	39
	ST	117	114	0	14

Tabel 5. Volume Lalu Lintas Saat Jam Pulang Sekolah di Persimpangan Jalan Ngagel Madya 1

Arah	Arah Belok	Kendaraan/jam			
		MC	LV	HV	UM
Utara	LT	376	131	0	10
	RT	110	92	0	3
	ST	149	126	0	11
Selatan	LT	0	0	0	0
	RT	0	0	0	0
	ST	0	0	0	0
Barat	LT	0	0	0	0
	RT	0	0	0	0
	ST	0	0	0	0
Timur	LT	123	315	0	2
	RT	786	163	0	19
	ST	148	147	0	7

Dari volume kendaraan pada tabel di atas, dapat dihitung derajat kejenuhan ($DS=degree\ of\ saturation$) persimpangan tak bersinyal Jalan Ngagel Madya 1 dengan menggunakan program KAJI. Dari hasil output program KAJI, nilai ($DS=degree\ of\ saturation$) persimpangan pada jam sibuk pagi hari sebesar 0,413. Sedangkan nilai DS persimpangan pada jam sibuk siang hari sebesar 0,471. Sehingga kinerja persimpangan tak bersinyal di Jalan Ngagel Madya 1 saat ini masih bagus dengan nilai $DS(=degree\ of\ saturation)$ di bawah nilai kritis (0,85).

4.3 Analisa antrian penurunan penumpang di Santa Clara

Analisa ini didasarkan pada kondisi yang ada di lapangan. Pembagian analisa antrian meliputi:

- Antrian Jenis kendaraan sepeda motor
- Antrian Jenis kendaraan mobil

Analisa dilakukan dengan satuan waktu :

- per 15 menit (06.30-06.45)
- persatu jam puncak (06.00-07.00)

Berdasarkan kondisi di lapangan, sistem antrian yang terjadi adalah *multi channel single phase*. Sistem tersebut akan dianalisa sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

- Analisa Antrian Menurunkan Murid Dengan Kendaraan Sepeda Motor (Satuan waktu persatu jam puncak 06.00-07.00)

Berdasarkan hasil survei langsung, tingkat pelayanan lamanya menurunkan penumpang (μ) adalah 3 detik per sepeda motor atau $(3600/3) = 1200$ sepeda motor per jam. Tingkat kedatangan sepeda motor untuk menurunkan penumpang (λ) adalah 55 sepeda motor per jam. Dari perumusan antrian untuk metode *multi channel single phase* dan dengan memasukkan nilai (λ) dan (μ) pada perumusan tersebut diperoleh hasil panjang antrian kendaraan rata-rata (\bar{q}) = 0.0022 kendaraan per jam dan waktu menunggu kendaraan rata-rata (\bar{w}) = 0.00004 jam per kendaraan. Dari perhitungan menunjukkan bahwa antrian dengan

metode *multi channel single phase* hasilnya baik dimana tingkat kedatangan (λ) < tingkat pelayanan (μ). Untuk perhitungan antrian penurunan penumpang pada sepeda motor dapat dilihat pada Tabel 6.

- b. Analisa Antrian Menurunkan Murid Dengan Kendaraan Mobil (Satuan waktu per satu jam puncak 06.00-07.00)

Berdasarkan hasil survei langsung, tingkat pelayanan lamanya menurunkan penumpang (μ) adalah 8.41 detik per sepeda motor atau $(3600/8.41) = 428,036$ sepeda motor per jam. Tingkat kedatangan mobil untuk menurunkan

penumpang (λ) adalah 132 mobil per jam. Dari perumusan antrian untuk metode *multi channel single phase* dan dengan memasukkan nilai (λ) dan (μ) pada perumusan tersebut diperoleh hasil panjang antrian kendaraan rata-rata (\bar{q}) = 0.137 kendaraan per jam dan waktu menunggu kendaraan rata-rata (\bar{w}) = 0.00104 jam per kendaraan. Dari perhitungan menunjukkan bahwa antrian dengan metode *multi channel single phase* hasilnya baik dimana tingkat kedatangan (λ) < tingkat pelayanan (μ). Untuk perhitungan antrian penurunan penumpang pada sepeda motor dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. Perhitungan Antrian Sepeda Motor Dengan Metode MCSF

Tingkat Kedatangan (kend/jam)	Tingkat Pelayanan (kend/jam)	Tingkat Kegunaan	Jumlah Individu Rata-rata Dalam Antrian (kend/jam)	Waktu Rata-rata Pelanggan Dalam Antrian (jam/kend)	Keterangan
λ	μ	$\rho = \lambda/\mu$	$\bar{q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	
55	1200	0.0458	0.0022	0.00004	Tidak ada antrian

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. Perhitungan Antrian Mobil Dengan Metode MCSF

Tingkat Kedatangan (kend/jam)	Tingkat Pelayanan (kend/jam)	Tingkat Kegunaan	Jumlah Individu Rata-rata Dalam Antrian (kend/jam)	Waktu Rata-rata Pelanggan Dalam Antrian (jam/kend)	Keterangan
λ	μ	$\rho = \lambda/\mu$	$\bar{q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	
132	428.036	0.3083	0.137	0.00104	Tidak ada antrian

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 8. Perhitungan Antrian Sepeda Motor Dengan Metode MCSF

Tingkat Kedatangan (kend/15 menit)	Tingkat Pelayanan (kend/15 menit)	Tingkat Kegunaan	Jumlah Individu Rata- rata Dalam Antrian (kend/15 menit)	Waktu Rata- rata Pelanggan Dalam Antrian (15 menit/kend)	Ke t e r a n g a n
λ	μ	$\rho = \lambda/\mu$	$\bar{q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	
40	283.019	0.141	0.023	0.00058	Tidak ada antrian

Sumber: Hasil Perhitungan

- c. Analisa Antrian Menurunkan Murid Dengan Kendaraan Sepeda Motor (Satuan waktu per 15 menit 06.30-06.45)

Berdasarkan hasil survai langsung, tingkat pelayanan lamanya menurunkan penumpang (μ) adalah 3.18 detik per sepeda motor atau $((15 \times 60)/3.18) = 283.019$ sepeda motor per 15 menit. Tingkat kedatangan sepeda motor untuk menurunkan penumpang (λ) adalah 40 sepeda motor per 15 menit. Dari perumusan antrian untuk metode *multi channel single phase* dan dengan memasukkan nilai (λ) dan (μ) pada perumusan tersebut diperoleh hasil panjang antrian kendaraan rata-rata (\bar{q}) = 0.023 kendaraan per jam dan waktu menunggu kendaraan rata-rata (\bar{w}) = 0.00058 jam per kendaraan. Dari perhitungan menunjukkan bahwa antrian dengan metode *multi channel single phase* hasilnya baik dimana tingkat kedatangan (λ) < tingkat pelayanan (μ). Untuk perhitungan antrian penurunan penumpang pada sepeda motor dapat dilihat pada Tabel 8.

- d. Analisa Antrian Menurunkan Murid Dengan Kendaraan Mobil (Satuan waktu per 15 menit 06.30-06.45)

Data yang diperlukan dalam analisa antrian model ini adalah tingkat kedatangan kendaraan yang akan mengantar murid ke sekolah (λ) dan tingkat pelayanan lamanya dropping penumpang (μ). Dari survei didapat kendaraan yang menurunkan murid dengan menggunakan mobil adalah yakni 82 mobil per 15 menit. Berdasarkan hasil survai langsung, tingkat pelayanan lamanya menurunkan penumpang (μ) adalah 7.7 detik per sepeda motor atau $((15 \times 60)/7.71) = 116,732$ mobil per 15 menit. Tingkat kedatangan mobil untuk menurunkan penumpang (λ) adalah 82 mobil per 15 menit. Dari perumusan antrian untuk metode *multi channel single phase* dan dengan memasukkan nilai (λ) dan (μ) pada perumusan tersebut diperoleh hasil panjang antrian kendaraan rata-rata (\bar{q}) = 1,658 kendaraan per jam dan waktu menunggu kendaraan rata-rata (\bar{w}) = 0.020 jam per kendaraan. Dari perhitungan menunjukkan bahwa antrian dengan metode *multi channel single phase* hasilnya baik dimana

tingkat kedatangan (λ) < tingkat pelayanan (μ). Untuk perhitungan antrian penurunan penumpang pada sepeda motor dapat dilihat pada Tabel 19.

Dari analisa diatas, dapat dilihat jumlah individu rata-rata dalam antrian untuk kondisi puncak satuan waktu per 15 menit lebih tinggi daripada kondisi total satuan waktu persatu jam. Kondisi satuan waktu per 15 menit dapat memberikan informasi yang lebih detail mengenai interval waktu dan jumlah rata-rata individu dalam antrian. Secara keseluruhan disimpulkan tidak terjadi antrian.

4.4 Alternatif usulan

Berdasarkan analisa lalu lintas, diketahui nilai derajad kejenuhan dari

ruas maupun simpang tidak terjadi kemacetan atau nilai $DS \leq 0.85$. Dari analisa antrian juga tidak terjadi antrian atau tingkat kedatangan (λ) < tingkat pelayanan (μ). Secara umum untuk kondisi saat ini ruas jalan Ngagel Madya dan Simpang Sekolah Santa Clara tidak bermasalah (tidak ada kemacetan dan antrian). Kondisi lalu lintas seperti ini terjadi karena sudah ada pengaturan dari pihak Kepolisian yang menutup Jl. Ngagel Madya menjadi satu arah pada pagi hari pukul 06.00-07.30 serta siang hari saat siswa pulang sekolah.

Sebagai alternatif usulan jika pada kondisi mendatang terjadi kemacetan, pemecahan masalah difokuskan pada manajemen lalu lintasnya.

Tabel 19. Perhitungan Antrian Mobil Dengan Metode MCSF

Tingkat Kedatangan (kend/15 menit)	Tingkat Pelayanan (kend/15 menit)	Tingkat Kegunaan	Jumlah Individu Rata- rata Dalam Antrian (kend/15 menit)	Waktu Rata- rata Pelanggan Dalam Antrian (15 menit/kend)	Keterangan
λ	μ	$\rho = \lambda/\mu$	$\bar{q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	
82	116.732	0.702	1.658	0.020	Tidak ada antrian

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 10. Volume lalu lintas saat ini

Waktu	Volume (kendaraan/jam)			
	MC	IV	HV	UM
06.00-07.00	191	346	0	24
13.00-14.00	272	441	0	13

Sumber: Survei dan perhitungan

Tabel 11. Volume lalu lintas setelah adanya amada antarjemput

Waktu	Arah ke	Volume (kendaraan/jam)			
		MC	LV	HV	UM
06.00-07.00	Selatan	95	24	0	12
	Utara	96	24	0	12
13.00-14.00	Selatan	136	30	0	7
	Utara	136	30	0	6

Beberapa alternatif usulan perbaikan antara lain adalah Untuk mengurangi volume lalu lintas kendaraan pribadi yang mengantarkan siswa ke sekolah, maka perlu adanya fasilitas antarjemput yang dikelola oleh sekolah. Hal ini efektif karena dengan kendaraan antarjemput dapat memuat ± 15 siswa dibandingkan dengan kendaraan pribadi yang mengantar (hanya memuat 1-2 siswa). Kemudian adanya kebijakan dari pihak sekolah kepada orang tua/wali murid, untuk menyarankan siswa menggunakan amada fasilitas antarjemput yang dikelola sekolah.

Menganalisa antrian kendaraan dengan model *single channel single phase*. Data yang diperlukan dalam analisa antrian model ini adalah tingkat kedatangan kendaraan yang akan mengantar (λ) dan tingkat pelayanan dari jalan (μ). Untuk teknis masing-masing alternatif dijelaskan pada sub bab berikut ini:

a. Analisa Lalu Lintas Setelah adanya Pengoperasian Kendaraan Antarjemput Sekolah

Analisa alternatif solusi dengan fasilitas mobil pengantaran dibagi menjadi dua asumsi yaitu : 1). 1 amada antarjemput = 15 siswa ; 2). 1 amada antarjemput = 10 siswa. Analisa perhitungan teknis secara detail adalah sebagai berikut :

a) Asumsi (1 amada antarjemput = 15 siswa)

- 1 Mobil penumpang pengantar (kendaraan pribadi) = 1 siswa
- 1 amada antarjemput = 15 siswa

- Kondisi volume lalu lintas saat ini dapat dilihat pada tabel 10.

- Kondisi lalu lintas setelah adanya amada antarjemput. Pada kondisi ini, jumlah kendaraan yang dirubah hanya LV kendaraan penumpang pengantar siswa. Sedangkan sepeda motor karena jumlahnya sedikit, tetap digunakan jumlah kendaraan kondisi saat ini. Direncanakan jalan Ngagel Madya 2/2 UD. Data lalu lintas setelah adanya amada antarjemput dapat dilihat pada tabel 11.

- Setelah adanya perbaikan amada antarjemput, maka dari analisa lalu lintas menggunakan program KAJI didapat nilai DS yang lebih kecil dibandingkan kondisi sebelum adanya amada antarjemput. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 12.

b) Asumsi (1 amada antarjemput = 10 siswa)

- 1 Mobil penumpang pengantar (kendaraan pribadi) = 1 siswa
- 1 amada antarjemput = 10 siswa

- Kondisi volume lalu lintas saat ini dapat dilihat pada tabel 13.

Kondisi lalu lintas setelah adanya armada antar jemput. Pada kondisi ini, jumlah kendaraan yang dirubah hanya LV kendaraan penumpang pengantar siswa. Sedangkan sepeda motor karena jumlahnya sedikit, tetap digunakan jumlah kendaraan kondisi saat ini. Direncanakan jalan Ngagel Madya 2/2 UD. Data lalu lintas setelah adanya armada

antar jemput dapat dilihat pada tabel 14.

- Setelah adanya perbaikan armada antar jemput, maka dari analisa lalu lintas menggunakan program KAJI didapat nilai DS yang lebih kecil dibandingkan kondisi sebelum adanya armada antar jemput. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 12. Volume Lalu Lintas Dan DS Setelah Adanya Armada Antar Jemput

Waktu	Arah ke	Volume (kendaraan/jam)				DS
		MC	LV	HV	UM	
06.00-07.00	Selatan	95	24	0	12	0.133
	Utara	96	24	0	12	
13.00-14.00	Selatan	136	30	0	7	0.145
	Utara	136	30	0	6	

Tabel 13. Volume lalu lintas saat ini

Waktu	Volume (kendaraan/jam)			
	MC	LV	HV	UM
06.00-07.00	191	346	0	24
13.00-14.00	272	441	0	13

Tabel 14. Volume Lalu Lintas Setelah Adanya Armada Antar Jemput

Waktu	Arah ke	Volume (kendaraan/jam)			
		MC	LV	HV	UM
06.00-07.00	Selatan	95	35	0	12
	Utara	96	35	0	12
13.00-14.00	Selatan	136	45	0	7
	Utara	136	45	0	6

Tabel 15. Volume Lalu Lintas Dan DS Setelah Adanya Armada Antar Jemput

Waktu	Arah ke	Volume (kendaraan/jam)				DS
		MC	LV	HV	UM	
06.00-07.00	Selatan	95	35	0	12	0.139
	Utara	96	35	0	12	
13.00-14.00	Selatan	136	45	0	7	0.153
	Utara	136	45	0	6	

Sumber: Survei dan perhitungan

Tabel 16. Perhitungan Antrian Untuk Kendaraan Antar Jemput Dengan Metode SC SF

Tingkat Kedatangan (kend/jam)	Tingkat Pelayanan (kend/jam)	Tingkat Kegunaan	Jumlah Individu Rata-rata Dalam Antrian (kend/jam)	Waktu Rata-rata Pelanggan Dalam Antrian (jam/kend)	Keterangan
λ	μ	$\rho = \lambda/\mu$	$\bar{q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	
24	428.036	0.0561	0.00333	0.000139	ok!

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 17. Perhitungan Antrian Untuk Kendaraan Antar Jemput Dengan Metode SC SF

Tingkat Kedatangan (kend/jam)	Tingkat Pelayanan (kend/jam)	Tingkat Kegunaan	Jumlah Individu Rata-rata Dalam Antrian (kend/jam)	Waktu Rata-rata Pelanggan Dalam Antrian (jam/kend)	Keterangan
λ	μ	$\rho = \lambda/\mu$	$\bar{q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	
35	428.036	0.0818	0.007282	0.000208	ok!

- b. Analisa Antrian Setelah adanya Pengoperasian Kendaraan Antar Jemput Sekolah

Data yang diperlukan dalam analisa antrian metode ini adalah tingkat kedatangan kendaraan yang akan mengantarkan siswa (λ) dan tingkat pelayanan dari jalan Ngagel Madya (μ). Pada analisa ini hanya melihat jumlah kendaraan ringan (kendaraan mobil).

- a) Asumsi (1 armada antar jemput = 15 siswa)

Hasil survei menunjukkan bahwa jumlah kendaraan yang akan mengantarkan siswa adalah 24 kendaraan per jam. Diperoleh tingkat kedatangan mobil antar jemput yang akan mengantarkan

siswa yakni 24 kendaraan per jam. Berdasarkan hasil survei, tingkat pelayanan Jalan Ngagel Madya (μ) adalah 8.41 detik per kendaraan atau $(3600/8.41) = 428.036$ kendaraan per jam. Dari perumusan antrian untuk metode *single channel single phase* dan dengan memasukkan nilai (λ) dan (μ) pada perumusan tersebut diperoleh hasil panjang antrian kendaraan rata-rata (\bar{q}) = 0.00333 kendaraan per jam dan waktu menunggu kendaraan rata-rata (\bar{w}) = 0.000139 jam per kendaraan atau 0.5004 detik per kendaraan. Dari perhitungan menunjukkan bahwa sistem antrian untuk mobil pengantar siswa masih bagus dimana tingkat

kedatangan (λ) < tingkat pelayanan (μ). Untuk perhitungan antrian kendaraan roda antar jemput sekolah dapat dilihat pada Tabel 16.

Dari hasil perhitungan setelah adanya fasilitas antar jemput yang dikelola pihak sekolah, didapat waktu rata-rata pelanggan antrian menurun dari 3.744 detik per kendaraan menjadi 0.5004 detik per kendaraan.

- b) Asumsi (1 armada antar jemput = 10 siswa)

Berdasarkan hasil survei, tingkat pelayanan Jalan Ngagel Madya (μ) adalah 8.41 detik per kendaraan atau $(3600/8.41) = 428.036$ kendaraan per jam. Dari perumusan antrian untuk metode *single channel single phase* dan dengan memasukkan nilai (λ) dan (μ) pada perumusan tersebut diperoleh hasil panjang antrian kendaraan rata-rata (\bar{q}) = 0.007282 kendaraan per jam dan waktu menunggu kendaraan rata-rata (\bar{w}) = 0.000208 jam per kendaraan atau 0.74 detik per kendaraan. Dari perhitungan menunjukkan bahwa sistem antrian untuk mobil pengantar siswa masih bagus dimana tingkat kedatangan (λ) < tingkat pelayanan (μ). Untuk perhitungan antrian kendaraan roda antar jemput sekolah dapat dilihat pada Tabel 17.

Dari hasil perhitungan setelah adanya fasilitas antar jemput yang dikelola pihak sekolah, didapat waktu rata-rata pelanggan antrian menurun dari 3.744 detik per kendaraan menjadi 0.74 detik per kendaraan.

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa dapat ditarik kesimpulan:

- Volume lalu lintas jalan Ngagel Madya saat *peak hour* terjadi pada pukul 06.00-07.00. Ini terjadi pada saat jam masuk siswa Sekolah Santa Clara. Pada Siang hari volume lalu lintas *peak hour* adalah pada pukul 13.00-14.00. Kondisi ini terjadi pada saat jam pulang siswa Sekolah Santa Clara.
- Derajat Jenuh atau *Degree of Saturation* (DS) ruas jalan Ngagel Madya pada kondisi saat ini adalah 0.320 untuk kondisi lalu lintas pagi hari serta 0.355 untuk kondisi lalu lintas siang hari. Sehingga kinerja ruas Jalan Ngagel Madya saat ini masih bagus dengan nilai DS (= *degree of saturation*) di bawah nilai kritis (0,85).
- Derajat kejenuhan (DS = *degree of saturation*) persimpangan tak bersinyal Jalan Ngagel Madya dengan menggunakan program KAJI, didapat nilai DS (= *degree of saturation*) persimpangan pada jam sibuk pagi hari sebesar 0.413. Sedangkan nilai DS persimpangan pada jam sibuk siang hari sebesar 0,471. Sehingga kinerja persimpangan tak bersinyal di Jalan Ngagel Madya 1 saat ini masih bagus dengan nilai DS (= *degree of saturation*) di bawah nilai kritis (0,85).
- Dari analisa antrian, secara keseluruhan disimpulkan kondisi antrian masih bagus. Nilai tingkat kedatangan (λ) < tingkat pelayanan (μ).
- Alternatif penyelesaian masalah yang diusulkan adalah dengan mengoperasikan armada antar jemput siswa. Dengan manajemen ini dapat mengurangi volume lalu lintas saat menjelang masuk sekolah dan keluar sekolah.

6. Daftar Pustaka

- Dajan, Anton. 1986. *Pengantar Metode Statistik*. Jilid 1. Jakarta : Pustaka IP3ES
- Iriawan, N, Astuti, S.P, *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*, Penerbit Andi Yogyakarta
- Morlok, E.K, (1995), *Pengantar teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga.
- Sugiyono, (2005), *Statistika untuk Penelitian*, Penerbit Alfabeta Bandung.
- Tamin, O.Z, (2000), *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi ke-2, Penerbit IIB Bandung.